

МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО

УДК 633.35:631.67:631.82 (477.7)

DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.25.1>

СУМАРНЕ ВОДОСПОЖИВАННЯ ГОРОХУ ЗАЛЕЖНО ВІД ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЖИВЛЕННЯ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

ГАМАЮНОВА В.В. – доктор сільськогосподарських наук, професор
orcid.org/0000-0002-4151-0299

Миколаївський національний аграрний університет

СРМОЛАЄВ В.М. – здобувач наукового ступеня доктора філософії
orcid.org/0009-0000-6757-0057

Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Горох – одна з найбільш популярних бобових культур у світі, яка має велике значення особливо за виходом цінного рослинного білка. Вирощування гороху в сівозмінах сприяє зниженню витрат на виробництво сільськогосподарської продукції, покращує стан ростових процесів рослин, підвищує їх урожайність та продуктивність полів [1, 2].

Один з ключових чинників, що впливає на рівні врожаю гороху в Південному Степу України – це належне забезпечення рослин вологою й особливо в період критичних стадій вегетації, що залежить від кількості опадів у різні фази росту. Рослини гороху потребують достатнього забезпечення водою на всіх етапах їхнього життєвого циклу, починаючи від проростання насіння до формування плодів. Недостатнє забезпечення водою може призвести до гіпертермії, засихання та низької врожайності не лише гороху, а й інших посухостійких рослин [3].

У Південному Степу України проблема нестачі води в ґрунті є особливо актуальною, особливо в сучасних умовах, коли відбуваються глобальні зміни клімату. Головним джерелом вологи для ґрунту є атмосферні опади. Однак їх кількість у цій зоні недостатня, і розподіл опадів протягом вегетаційного періоду нерівномірний. Тому контроль за водним режимом ґрунту має бути спрямований на максимальне збереження вологи (ґрунтової і опадів) та її раціональне використання рослинами. В разі недостатньої кількості опадів для оптимального зволоження ґрунту може спостерігатися припинення росту та розвитку рослин гороху, тому важливо забезпечити умови ефективного використання вологи добром елементів технології у вирощуванні культури.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Урожайність сільськогосподарських культур за вирощування в умовах Південного Степу України, що характеризується високим тепловим режимом, недостатньою кількістю атмосферних опадів і інтенсивним їх випаровуванням, значно залежить від обсягу загального сумарного водоспоживання, умов, що складаються, і здатності рослин ефективно використовувати вологу. При вирощуванні сільськогосподарських культур без зрошення сумарне водоспоживання складається з двох складових – початкових запасів вологи в ґрунті на період сіви культури та опадів, які випадають протягом її веге-

тації. Завдання агронома полягає у створенні таких технологічних заходів вирощування культури, за яких для неї створюються оптимальні умови для росту, розвитку та формування стабільного врожаю. Одним із перших завдань при цьому є забезпечення рослин вологою, яку необхідно накопичити та утримати в ґрунті, а потім створити умови для ефективного її використання рослинами на формування врожаю.

Багаторічними дослідженнями визначено, що найбільш ефективно водний баланс ґрунту і рослин забезпечує обґрунтований добір с-г культур та їх чергування у сівозмінах [4, 5]. Адже вплив попередника визначається багатьма чинниками і обумовлюється перш за все терміном збирання та залишковими запасами вологи в ґрунті. Кількість останніх залежить від біологічних особливостей культури, її потреб у воді, глибини проникнення кореневої системи, технології вирощування, рівня отриманого врожаю тощо. Із технологічних заходів вирощування с-г рослин на вологозабезпеченість та коефіцієнт водоспоживання впливає густина стояння рослин [6], попередник, захід і глибина обробки ґрунту [7], фактор живлення, який після вологи знаходиться у другому мінімумі та істотно обумовлює ростові процеси, наступну продуктивність, підвищує ефективність використання рослинами вологи [8, 9].

Внесення мінеральних добрив сприяло зниженню коефіцієнта водоспоживання у всіх варіантах обробки ґрунту і найбільш суттєво – за ресурсозберігаючого. Найбільш економно рослини гороху використовували вологу при посиленні фону добрив, при чому різниці між розрахунковою і подвійною дозами при оранці авторами встановлено не було, у той час як при енергозберігаючих обробках відмінності були математично доведені на 5% рівні значущості [10].

Загалом усі елементи технології, які застосовують у даному полі при вирощуванні гороху впливають на накопичення і використання вологи рослинами зокрема і в зоні Південного Степу [11, 12]. Водний режим ґрунту істотно позначаються на рівнях урожайності зерна гороху. Цей показник може значно змінюватись за впливу кліматичних умов та має свої певні особливості [13].

Вода є основним фактором, який впливає на фотосинтез, дихання, транспірацію та інші біологічні процеси в рослинах. Недостатнє або надмірне водоспоживання

може призвести до стресу для рослин, що негативно позначиться на їх розвитку та рівнях урожайності. Оптимальна зволоженість ґрунту сприяє правильному функціонуванню кореневої системи гороху та покращує засвоюваність поживних речовин.

Водоспоживання гороху зернового позитивно впливає на процеси запилення, зав'язування бобів, формування плодів та врожайності. Недостатня кількість вологи може призвести до недобору зерна та погіршення його якості. З іншого боку, надмірна волога може спричинити загнивання плодів та поширення грибкових захворювань [14, 15].

Відомо, роль бобових у посиленій діяльності мікроорганізмів та здатності їх накопичувати безкоштовний біологічний азот (мікробна чи симбіотична азотфіксація). В свою чергу накопичення бобовими рослинами атмосферного азоту бульбочковими бактеріями (ризобіями), як і загалом кількість їх утворення на коренях, істотно залежить від температурного режиму та зволоженості ґрунту. Зазначене пересвідчує у необхідності забезпечення бобових рослин, гороху зокрема, оптимальною кількістю вологи впродовж вегетації, найбільш ефективним її використанням за недопущення непродуктивних втрат на випаровування. За таких умов буде більше накопичуватись надземної біомаси та врожаю зерна, бульбочок на коренях, що забезпечить надходження більшої кількості азоту в ґрунт по завершенні вегетації гороху. Нині вартість мінеральних добрив істотно зросла, а саме азотне живлення є визначальним, як для росту і розвитку рослин, так і їх продуктивності [16].

Водоспоживання – це витрати води культурами впродовж вегетації. Воно є показником потреби рослин у воді та ефективності її використання. Оптимальне забезпечення гороху водою полягає у створенні вологого, але не надмірно зволоженого ґрунту. Регулярний полив на зрошуваних землях забезпечує рослини вологою, необхідною для їхнього росту. Крім того, важливо враховувати фази розвитку гороху, оскільки вони можуть вимагати різної забезпеченості водою. Високі вимоги гороху до вологи на початкових етапах росту, цвітіння та формування зерна обмежують його поширення у південно-східних регіонах України. У лісостепових і степових зонах за недостатнього забезпечення вологою горох може формувати знижену врожайність зеленої маси та зерна.

Дослідженнями встановлено, що мінеральні добрива, крім покращення поживного режиму, також впливають на водний баланс ґрунту та рослин, сприяючи ефективнішому використанню вологи безпосередньо на формування врожаю. Ще К.А. Тімірязев у 1906 році зазначав, що використання добрив є одним із заходів зменшення непродуктивних витрат води рослиною.

Це пов'язано з тим, що рослини, які отримують достатньо поживних речовин, ефективніше використовують наявну вологу в ґрунті. Ефективність використання води удобреними рослинами обумовлена не лише зменшенням транспірації, але й збільшенням участі води у загальному випаровуванні, активізацією фотосинтетичних та ростових процесів, а також оптимізацією фізіологічно-біохімічних процесів для підвищення продуктивності.

Застосування методів ефективного збереження води, таких як крапельний полив або мульчування, може допомогти зменшити втрати води та підвищити ефективність її використання при вирощуванні гороху. Крім того, використання сучасних технологій та систем автоматичного поливу може сприяти оптимізації процесу поливу та зменшенню споживання води.

Сумарне водоспоживання гороху зернового має першочергове значення щодо впливу на врожайність та якість зерна. Забезпечення рослин вологою сприяє оптимальному розвитку та формуванню високої продуктивності. Дотримання балансу у водоспоживанні є ключовим аспектом успішного вирощування гороху зернового в умовах Південного Степу України.

Таким чином, дбайливе контролювання та оптимізація водоспоживання гороху зернового є необхідною умовою для досягнення максимального рівню врожайності та ефективності вирощування цієї цінної культури.

Мета. Метою досліджень передбачали визначити вплив передпосівної обробки насіння та оптимізації живлення рослин на сумарне водоспоживання та витрати води на формування одиниці врожаю гороху посівного (сорт Мадонна) за вирощування в умовах Південного Степу України.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження проводили на дослідному полі у Навчально-науково-практичному центрі МНАУ протягом 2021–2023 рр. за загальноприйнятими методиками [17–20].

Горох сорту Мадонна вирощували після пшениці озимої. Ґрунтова відміна – чорнозем південний з вмістом гумусу в орному шарі 3,2–3,3%, середньою забезпеченістю рухомими формами азоту, фосфору і калію. Агротехніка вирощування гороху у дослідках була загальноприйнятною для зони Півдня України.

Горох ярий висівали у першій декаді березня нормою 120 кг насіння на гектар (за схемою 15*15*30 см). Перед сівбою насіння обробляли Нановітмікро 1 л/т (або водою) сумісно з фунгіцидом Каріоліс 1 л/т + Ліпосам 100 мл/т. Глибина заробки складала 3–4 см. За утворення на рослинах 3–5 листків посів обробляли системним гербіцидом Агрітокс л/га та інсектицидом Хекат 150 мл/га з Ліпосамом 100 мл/га.

У фазу бутонізації проводили позакореневе підживлення рослин згідно схеми дослідів. У цей же період одночасно додавали до суміші інсектицид Хекат 150 г/га + Імідоклоприт 300 г/га + Альфаціпермитрин 150 мл/га + Альфаліп 150 мл/га для захисту рослин.

Схема дослідів включала 2 фактори: *Фактор А* – Обробка насіння перед сівбою: 1. Обробка водою; 2. Обробка препаратом Нановітмікро 1 л/т.

Фактор В – Фон живлення: 1. Контроль; 2. $N_{15}P_{15}K_{15}$; 3. Нановіт 1 л/га; 4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Нановіт 1 л/га; 5. Органік Д-2М 2 л/га; 6. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік Д-2М 2 л/га; 7. Бор 1 л/га; 8. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Бор 1 л/га.

Спостереження за станом рослин, відбір зразків та облік урожаю в усіх дослідках із горохом посівним проводили згідно із зональними методичними рекомендаціями та ДСТУ.

Вологість у шарі ґрунту 0–100 см визначали до сівби та після збирання врожаю термостатно-ваговим методом. Для розрахунку сумарного водоспоживання використовували метод водного балансу. Коефіцієнт водоспоживання знаходили за відношенням показника сумарного водоспоживання до рівня врожайності насіння.

Статистичну обробку експериментальних даних виконували із застосуванням програмного пакету Microsoft Office Excel та програмно-інформаційного комплексу Agrostat. Значення коефіцієнту кореляції аналізували за шкалою Чеддока [20].

Результати досліджень. Результати досліджень свідчать, що сумарне водоспоживання гороху посівного значно залежало від умов зволоження року. Максимальним – 2672 м³/га його визначено у найбільш вологому 2021 р., а мінімальним – у 2022 р., який виявився найпосушливішим – 1416 м³/га (табл. 1). Така істотна відмінність пояснюється кількістю опадів, що випали протягом вегетаційного періоду. Якщо у 2021 р. їх випало 1714 м³/га, що становило 64,1% балансу водо-

споживання, то у 2022 р. – 683 м³/га і 48,2% відповідно.

Використані посівами запаси ґрунтової вологи різнилися за роками досліджень. У відсотковому значенні як складової частки балансу водоспоживання, ця різниця була більш суттєвою.

Рослини гороху в умовах 2021–2023 р. використовували вологозапаси ґрунту та прихід опадів майже в однакових кількостях – 48,2 і 51,8%. Така структура водоспоживання кардинально вирізняє посушливий 2022 р. від двох інших років дослідження, у які частка опадів у балансі водоспоживання складала 61,9–64,9%, а ґрунтової вологи – 35,9–38,1%.

Посушливі умови 2022 р. негативно позначились на рівні сформованої врожайності зерна гороху. Вона була значно нижчою, порівняно з іншими більш сприятливими роками вирощування. Нами визначено кореляційно-регресійну залежність між урожайністю зерна та сумарним водоспоживанням посівів гороху, яка засвідчує сильний функціональний зв'язок за шкалою Чеддока між зазначеними показниками (рис. 1).

Таблиця 1

Загальне водоспоживання та його баланс у роки вирощування гороху

Рік вирощування	Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Частка у балансі, м ³ /га	
		опадів	ґрунтової вологи
2021	2672	1714	958
2022	1416	683	733
2023	2215	1372	843
2021–2023 рр.	2101	1256	845

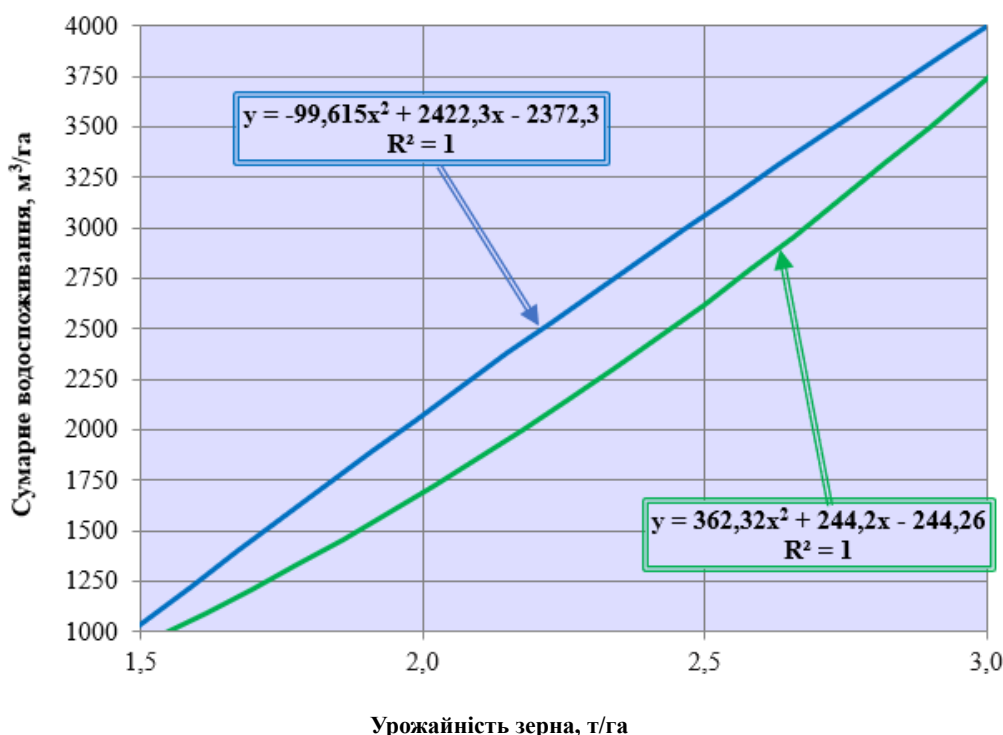


Рис. 1. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю та сумарним водоспоживанням гороху (середнє за 2021–2023 рр.)

1 – обробка насіння водою; 2 – обробка насіння мікродобривом Нановітмікро.

Загальноприйнятим показником оцінки ефективності використання води культурою на формування врожаю є коефіцієнт водоспоживання (табл. 2). Розраховані показники його залежали від умов років досліджень інокуляції насіння та фону живлення рослин. Найбільш економічно витрачалась вода на формування 1т врожаю зерна з відповідною кількістю біомаси у найбільш несприятливому за зволоженням 2022 р. Максимальні значення визначено в 2021 році, у якому водоспоживання залежно від створених фонів живлення було в 1,3–1,5 разів більшим.

Значною мірою на коефіцієнт водоспоживання впливали мінеральні добрива та обробка насіння перед сівбою Нановітмікро. Досліджувані фактори сприяли значно ефективнішому витрачання води рослинами

посіву гороху на формування одиниці врожаю, що чітко ілюструє рис. 2.

Незважаючи на суттєві коливання коефіцієнту водоспоживання за роками вирощування гороху (табл. 3), встановлено функціональний кореляційний зв'язок між даним показником та сформованими рівнями врожайності зерна: коефіцієнт кореляції (R) у 2021 р. $y = 197,47x^2 - 1427,2x + 3401,6$; $R^2 = 0,9999$; у 2022 р.: $y = 367,56x^2 - 1747,2x + 2740,3$; $R^2 = 1$; у 2023 р.: $y = 226,55x^2 - 1467,6x + 3139,5$; $R^2 = 1$ (рис. 3).

Висновки. Умови зволоження року вирощування суттєво позначаються на сумарному водоспоживанні посівів гороху, складових його балансу та коефіцієнті водоспоживання. Встановлено, що основне внесення помірної дози мінеральних добрив, передпосівна

Таблиця 2

Коефіцієнт водоспоживання гороху за впливу досліджуваних факторів у роки вирощування, м³/т

Фон живлення (фактор В)	Інокуляція насіння (фактор А)					
	2021 р.		2022 р.		2023 р.	
	водою	препаратом	водою	препаратом	водою	препаратом
Контроль	1509,6	1370,3	1106,3	997,2	1393,1	1258,5
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	1284,6	1198,2	896,2	832,9	1153,6	1039,9
Нановіт 1 л/га	1151,7	1060,3	828,1	753,2	1039,9	938,6
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Нановіт 1 л/га	1016,0	934,3	765,4	704,5	980,1	889,6
Органік Д-2М 2 л/га	1171,9	1081,8	837,9	769,6	1059,8	954,7
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Органік Д-2М 2 л/га	1039,7	940,8	773,8	711,6	975,8	882,5
Бор 1 л/га	1192,9	1090,6	853,0	773,8	1075,2	975,8
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Бор 1 л/га	1060,3	947,5	786,7	722,4	988,8	893,1

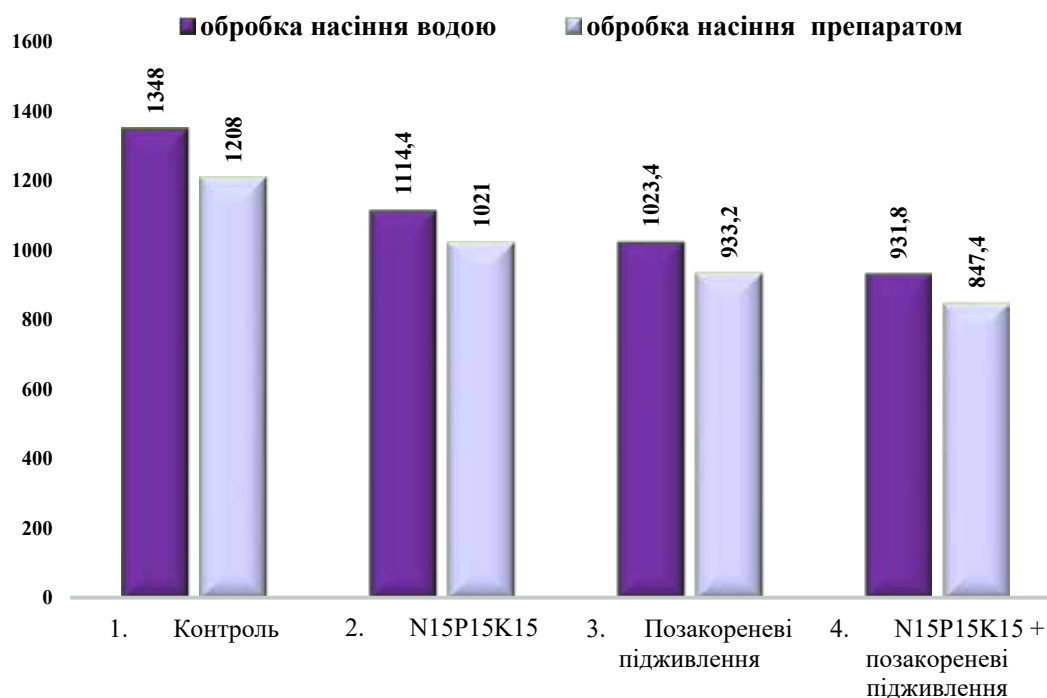


Рис. 2. Вплив оптимізації живлення та передпосівної обробки насіння на використанні води посівом гороху (середнє за 2021–2023 рр.), м³/т

Таблиця 3

Коефіцієнт водоспоживання гороху за впливу досліджуваних факторів у середньому за 2021–2023 рр.

Фон живлення (фактор В)	Інокуляція насіння (фактор А)		Зменшення за рахунок інокуляції насіння		Зменшення за рахунок живлення до контролю, %	
	вода	препарат	м ³ /га	%	вода	препарат
Контроль	1336,3	1208,7	127,6	9,5	-	-
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅	1111,5	1023,7	87,8	7,9	16,8	15,3
Нановіт 1 л/га	1006,6	917,4	89,2	8,9	24,7	24,1
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Нановіт 1 л/га	920,5	842,8	77,7	8,4	31,1	30,3
Органік Д-2М 2л/га	1023,2	935,4	87,8	8,6	23,4	22,6
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Органік Д-2М 2 л/га	929,8	845,0	84,8	9,1	30,4	30,1
Бор 1 л/га	1040,4	946,7	93,7	9,0	22,1	21,7
N ₁₅ P ₁₅ K ₁₅ + Бор 1 л/га	945,3	854,3	91	9,6	29,3	29,3

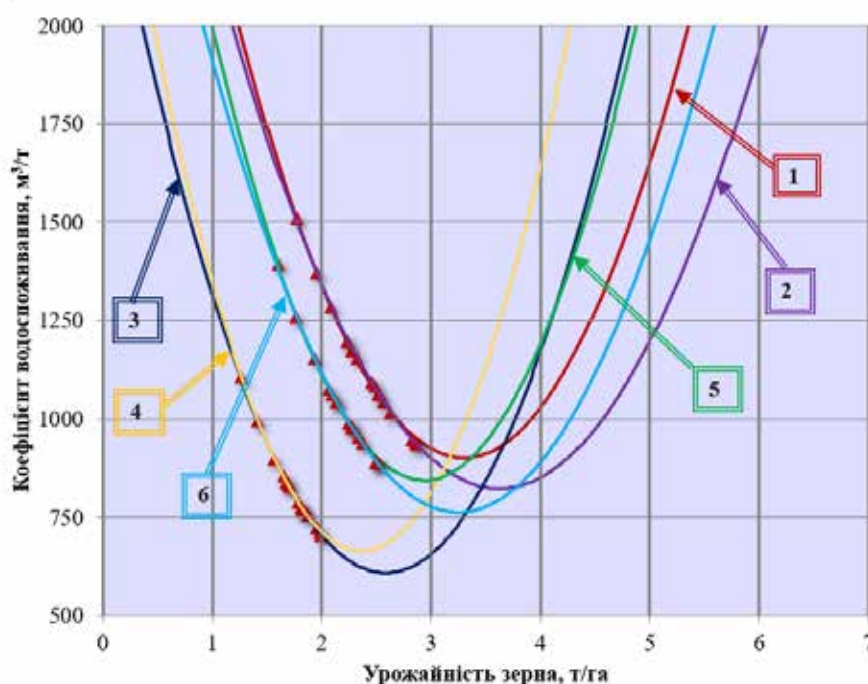


Рис. 3. Кореляційно-регресійна залежність між урожайністю та коефіцієнтом водоспоживання гороху посівного

- 1 – обробка насіння водою (2021 р.): $y = 259,58x^2 - 1713,2x + 3728$; $R^2 = 0,9999$;
 2 – обробка насіння мікродобривом Нановітмікро (2021 р.): $y = 197,47x^2 - 1427,2x + 3401,6$; $R^2 = 0,9999$;
 3 – обробка насіння водою (2022 р.): $y = 367,56x^2 - 1747,2x + 2740,3$; $R^2 = 1$;
 4 – обробка насіння мікродобривом Нановітмікро (2022 р.): $y = 367,56x^2 - 1747,2x + 2740,3$; $R^2 = 1$;
 5 – обробка насіння водою (2023 р.): $y = 306,81x^2 - 1796,7x + 3473,9$; $R^2 = 1$;
 6 – обробка насіння мікродобривом Нановітмікро (2023 р.): $y = 226,55x^2 - 1467,6x + 3139,5$; $R^2 = 1$.

обробка насіння мікродобривом Нановітмікро та позакореневі підживлення мікродобривами Нановіт, Бором, органо-мінеральним добривом Органік Д-2М сприяють значному зменшенню витрат води на формування одиниці врожаю гороху порівняно з контролем.

Між рівнем урожайності зерна, сумарним використанням вологи та коефіцієнтом водоспоживання визначено тісну кореляційно-регресійну залежність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Мазур В. А., Дідур І. М., Мостовенко В. В., Мазур О. В. Науково-теоретичне обґрунтування технологічних прийомів вирощування гороху овочевого в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця: ТОВ «Друк», 2022. 224 с.
2. Ткачук О. П., Врадій О. І. Баланс поживних речовин у ґрунті при вирощуванні зернобобових культур. *Екологічні науки*. 2022. № 2(41). С. 43–47. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.7>.

3. Ткачук О. П., Овчарук В. В. Екологічний потенціал зернобобових культур у сучасній інтенсивній сівозміні. *Сільське господарство та лісівництво*. Вінниця: ВНАУ, 2020. № 18. С. 161-171. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-3-14
4. Квасніцька Л. С. Баланс вологи у сівозмінах з кукурудзою. *Вісник ЖНЕАУ*. 2014. № 2 (42), Т.1. С. 130-135.
5. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Бакланова Т. В., Пилипенко Т. В. Сівозміна як захід ресурсозаощадження та екологічної рівноваги Південного регіону України в повоєнний період. *Climate-smart agriculture: science and practice: Scientific monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 2023. С. 361-394. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-18>
6. Мойсієнко В. В., Янішевський Л. І., Маційчук В. М. Густота стеблостою та вологозабезпеченість рослин льону олійного. *Вісник ЖНЕАУ*. 2014. № 2 (42), Т.1. С. 144-153.
7. Беров Є. Д., Беров Е. Д. Вплив обробітку ґрунту та попередників на водоспоживання гороху в органічному землеробстві. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса, 2018. Вип. 87. С. 35-43.
8. Кравченко В., Яценко А., Рогальський С., Вишневська Л., Крикун С. Урожайність зернобобових культур залежно від основного обробітку ґрунту. In The 1st International scientific and practical conference "European scientific congress", (Madrid, February 20-22, 2023). Barca Academy Publishing, Madrid, Spain, 2023. 469 p. Pp. 22.
9. Гамаюнова В. В., Панфілова А. В., Глушко Т. В. Значення оптимізації живлення та особливостей сорту в ефективному використанні вологи пшеницею озимою в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 107. С. 22-28.
10. Gamayunova V. V., Kuvshinova A. O., Kudrina V. S., Sydiakina O. V. Influence of biologics on water consumption of winter barley and sunflower in conditions of Ukrainian Southern Steppe. *Innovative Solutions In Modern Science*. New York. TK Meganom LLC, 2020. № 6 (42). P. 149–176.
11. Ковальов М. М., Топольний Ф. П., Малаховська В. О. Органічна речовина ґрунту під впливом тривалого сільськогосподарського використання. *Аграрні інновації*. Одеса, 2023. № 17. С. 81-87. DOI <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2023.17.10>
12. Тимошенко Г. З., Коваленко А. М., Новохижній М. В. Вплив елементів технології на накопичення продуктивної вологи у ґрунті та її використання рослинами гороху в Південному Степу. Київ: ДУ «НМЦ «Агроосвіта», 2019. С. 173.
13. Руденко В. А. Особливості водного режиму ґрунту під посівами ярого і зимуючого горіхів. *Таврійський науковий вісник*. 2023. Вип. 131. С. 181–187. DOI:10.32782/2226-0099.2023.131.23.
14. Максимов М. В., Лавренко С. О. Сумарне водоспоживання та ефективність використання води сочевицею залежно від технологічних прийомів вирощування. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 46-48.
15. Ільєнко О. В. Використання ґрунтової вологи посівами гороху вусатого морфологічного типу залежно від норм висіву насіння в умовах північного Степу України. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. Вип. 2. С. 106-110.
16. Іванів М. О., Возняк В. В. Водоспоживання сортів сої за зрошення дощуванням в умовах Посушливого Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 131. С. 81-89. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.10>
17. Gamayunova V., Sydiakina O. The problem of nitrogen in modern agriculture. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2023. Vol. 27, No 3. С. 46–61. DOI: 10.56407/bs.agrarian/3.2023.46.
18. Дідора В. Г., Смаглий О. Ф., Ермантраут Е. Р. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
19. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М., Бухало В. Я., Криштоп Є. А. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник / у 2 кн. Кн. 1. Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. Рожкова А. О. Харків, 2016. 316 с.
20. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М., Бухало В. Я., Криштоп Є. А. Дослідна справа в агрономії: навчальний посібник: у 2 кн. Кн. 2. Статистична обробка результатів агрономічних досліджень / за ред. Рожкова А. О. Харків, 2016. 342 с.
21. Ушкаренко В. О., Нікішенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навчальний посібник. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.

REFERENCES:

1. Mazur, V.A., Didur, I.M., Mostovenko, V.V., & Mazur, O.V. (2022). *Naukovo-teoretychne obgruntuvannya tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannya horokhu ovochevoho v umovakh Lisostepu pravoberezhnoho [Scientific-theoretical substantiation of technological methods of growing pea in the conditions of the right-bank forest-steppe]*. Vinnytsia: TOV "Druk", 224 [in Ukrainian].
2. Tkachuk, O.P., & Vradii, O.I. (2022). Balans pozhyvnykh rehovyn u gruntі pry vyroshchuvanni zernobobovykh kultur [Nutrient balance in the soil during the cultivation of leguminous crops]. *Ekolohichni nauky – Environmental sciences*, 2(41), 43–47. DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.7> [in Ukrainian].
3. Tkachuk, O.P., & Ovcharuk, V.V. (2020). Ekolohichnyi potentsial zernobobovykh kultur u suchasniy intensyvniy sivozmini [Ecological potential of leguminous crops in modern intensive crop rotation]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*, 18, 161-171. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-3-14 [in Ukrainian].
4. Kvasnitska, L.S. (2014). Balans volohy u sivozminakh z kukurudzoiu [Moisture balance in crop rotations with corn]. *Visnyk ZhNEAU – Bulletin of ZHNEAU*, 2 (42), T.1, 130-135 [in Ukrainian].
5. Hamaiunova, V.V., Khonenko, L.H., Baklanova, T.V., & Pylypenko, T.V. (2023). Sivozmina yak zakhid resursozashchadzhenia ta ekolohichnoi rovnovahy Pivdennoho rehionu Ukrainy v povoiennyi period [Crop rotation as a measure of resource saving and ecological balance in the Southern region of Ukraine in the post-war period]. *Climate-smart agriculture: science and practice: Scientific monograph*. Riga, Latvia: Baltija Publishing, 361-394. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-389-7-18> [in Ukrainian].

6. Moisiienko, V.V., Yanishevskiy, L.I., & Matsiichuk, V.M. (2014). Hustota steblostoiu ta volohozabezpechenist roslyn Ionu oliinoho [Stem density and moisture availability of linseed plants]. *Visnyk ZhNEAU – Bulletin of ZHNEAU*, 2 (42), T.1, 144-153. [in Ukrainian].
 7. Bierov, Ye.D., & Berov, E.D. (2018). Vplyv obrobitku gruntu ta poperednykiv na vodospozhyvannia horokhu v orhanichnomu zemlerobstvi [Influence of tillage and precursors on water consumption of peas in organic farming]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomoria – Agrarian Bulletin of the Black Sea Region*, 87, 35-43 [in Ukrainian].
 8. Kravchenko, V., Yatsenko, A., Rohalskyi, S., & Vyshnevskaya, L., Krykun, S. (2023). Urozhainist zernobobovykh kultur zalezno vid osnovnoho obrobitku gruntu [Yield of legumes depending on the main tillage]. In *The 1 st International scientific and practical conference "European scientific congress"*, (Madrid, February 20-22, 2023). Barca Academy Publishing, Madrid, Spain, 469 p. Rp. 22. [in Ukrainian].
 9. Hamaiunova, V.V., Panfilova, A.V., & Hlushko, T.V. (2019). Znachennia optymizatsii zhyvlennia ta osoblyvosti sortu v efektyvnomu vykorystanni volohy pshehnytsiu ozymoiu v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [The value of optimization of nutrition and variety characteristics in the effective use of moisture by winter wheat in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Herald*, 107, 22-28 [in Ukrainian].
 10. Gamajunova V.V., Kuvshinova, A.O., Kudrina V.S., & Sydiakina O.V. (2020). Influence of biologics on water consumption of winter barley and sunflower in conditions of Ukrainian Southern Steppe. *Innovative Solutions In Modern Science*. New York. TK Meganom LLC, № 6 (42). P. 149–176.
 11. Kovalov, M.M., Topolnyi, F.P., & Malakhovska, V.O. (2023). Orhanichna rechovyna gruntu pid vplyvom trivaloho silskohospodarskoho vykorystannia [Soil organic matter under the influence of long-term agricultural use]. *Ahrarni innovatsii – Agrarian innovations*, 17, 81-87. DOI <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.10> [in Ukrainian].
 12. Tymoshenko, H.Z., Kovalenko, A.M., & Novokhyzhnii, M.V. (2019). Vplyv elementiv tekhnolohii na nakopychennia produktyvnoi volohy u gruntі ta yii vykorystannia roslynamy horokhu v Pivdennomu Stepu [The influence of elements of technology on the accumulation of productive moisture in the soil and its use by pea plants in the Southern Steppe]. Kyiv: DU «NMTS «Ahrroosvita», 173 [in Ukrainian].
 13. Rudenko, V.A. (2023). Osoblyvosti vodnoho rezhymu gruntu pid posivamy yarohto i zymuiuchoho horikhiv [Peculiarities of the soil water regime under crops of spring and winter nuts]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Herald*, 131, 181–187. DOI:10.32782/2226-0099.2023.131.23 [in Ukrainian].
 14. Maksymov, M.V., & Lavrenko, S.O. (2016). Sumarne vodospozhyvannia ta efektyvnist vykorystannia vody sochevytseiu zalezno vid tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia [Total water consumption and efficiency of water use by lentils depending on technological methods of cultivation]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 65, 46-48 [in Ukrainian].
 15. Iliencko, O.V. (2012). Vykorystannia hruntovoi volohy posivamy horokhu vusatoho morfologichnoho typu zalezno vid norm vysivu nasinnia v umovakh pivnichnoho Stepu Ukrainy [Use of soil moisture by crops of peas of the mustache morphological type depending on the norms of seed sowing in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine]. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy – Bulletin of the Institute of Agriculture of the Steppe Zone of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 2, 106-110 [in Ukrainian].
 16. Ivaniv, M.O., & Vozniak, V.V. (2023). Vodospozhyvannia sortiv soi za zroshennia doshchuvanniam v umovakh Posushlyvoho Stepu Ukrainy [Water consumption of soybean varieties under sprinkler irrigation in the conditions of the Arid Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Herald*, 131, 81-89 [in Ukrainian]. DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.10>
 17. Hamaiunova, V., & Sydiakina, O. (2023). The problem of nitrogen in modern agriculture. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. Vol. 27, No 3. P. 46–61. DOI: 10.56407/bs.agrarian/3.2023.46 [in Ukrainian].
 18. Didora, V.H., Smahlii, O.F., & Ermantraut, E.R. (2013). *Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii [Methods of scientific research in agronomy]*. Kyiv: Tsentр uchbovovoi literatury, 264 [in Ukrainian].
 19. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., Kalenska, S.M., Puzik, L.M., Popov, S.I., Muzafarov, N.M., Bukhalo, V.Ya., & Kryshchop, Ye.A. (2016). Doslidna sprava v ahronomii [Research work in agronomy]. *Teoretychni aspekty doslidnoyi spravy [Theoretical aspects of the research case]*. Kharkiv, 316 [in Ukrainian].
 20. Rozhkov, A.O., Puzik, V.K., Kalenska, S.M., Puzik, L.M., Popov, S.I., Muzafarov, N.M., Bukhalo, V.Ya., & Kryshchop, Ye.A. (2016). Doslidna sprava v ahronomii [Research work in agronomy]. *Statystychna obrobka rezultativ ahronomichnykh doslidzhen [Statistical processing of agronomic research results]*. Kharkiv, 342 [in Ukrainian].
 21. Ushkarenko, V.O., Nikishenko, V.L., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2008). *Dyspersiyni i koreliatsiyni analiz u zemlerobstvi ta roslynnystvi [Dispersion and correlation analysis in agriculture and crop production]*. Kherson: Ailant, 272 [in Ukrainian].
- Гамаюнова В.В., Єрмолаєв В.М. Сумарне водоспоживання гороху залежно від передпосівної обробки насіння та оптимізації живлення в умовах Південного Степу України**
- Мета.** Метою досліджень передбачали визначити вплив передпосівної обробки насіння та оптимізації живлення рослин на сумарне водоспоживання та витрати води на формування одиниці врожаю гороху посівного за вирощування в умовах Південного Степу України. **Матеріали та методика досліджень.** Сорт гороху Мадонна вирощували на чорноземі південному на дослідних полях Навчально-науково-практичного центру Миколаївського НАУ. Дослід двохфакторний: фактор А – обробка насіння перед сівбою: водою (контроль); препаратом Нановітмікро 1 л/т зерна, фактор В – фони живлення рослин: 1. Контроль; 2. $N_{15}P_{15}K_{15}$; 3. Нановіт 1 л/га; 4. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Нановіт 1 л/га; 5. Органік Д-2М 2 л/га; 6. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Органік Д-2М 2 л/га; 7. Бор 1 л/га; 8. $N_{15}P_{15}K_{15}$ + Бор 1 л/га. Усі елементи технології, відбір снопових зразків рослин, визначення, облік урожаю, статистичну обробку отриманих результатів проводили згідно методичних рекомендацій та ДСТУ.

Результати досліджень. Дослідження показали, що загальне використання води горохом посівним значно коливалося залежно від умов зволоження у роки досліджень. Максимальне значення, 2672 м³/га, було зафіксоване у найвологішому 2021 році, тоді як мінімальне, 1416 м³/га, спостерігали у 2022 році, який був найбільш посушливим. Ця значна різниця пояснюється обсягом опадів, що випали протягом вегетаційного періоду. У 2021 році кількість опадів склала 1714 м³/га, що становило 64,1% водного балансу, тоді як у 2022 році цей показник становив 683 м³/га або 48,2%. Рослини гороху в умовах 2021–2023 р. використовували вологозапаси ґрунту та прихід опадів майже в однакових кількостях – 48,2 і 51,8%. Така структура водоспоживання кардинально відрізняє посушливий 2022 р. від двох інших років вирощування, у які частка опадів у балансі водоспоживання складала 61,9–64,9%, а ґрунтової вологи – 35,9–38,1%. Посушливі умови 2022 р. негативно вплинули на рівні сформованої врожайності зерна гороху. Вона була значно нижчою, порівняно з іншими більш сприятливими роками вирощування. Встановлено кореляційно-регресійний зв'язок між урожайністю зерна та загальним водоспоживанням посівів гороху, який свідчить про наявність сильного функціонального зв'язку між показниками. Коефіцієнт водоспоживання залежав від умов років досліджень, інокуляції насіння та фону живлення рослин. Найбільш економно витрачалась волога на формування 1 т врожаю зерна з відповідною кількістю біомаси у найбільш несприятливому за зволоженням 2022 р. Максимальні значення визначено в 2021 році, у якому водоспоживання залежно від створених фонів живлення було істотно більшим. Значною мірою на коефіцієнт водоспоживання впливали мінеральні добрива та обробка насіння перед сівбою Нановітмікро. Досліджувані фактори сприяли значно ефективнішому витрачання вологи рослинами посіву гороху на формування одиниці врожаю. **Висновки.** Умови зволоженості вегетаційного року істотно впливають на сумарне водоспоживання, складових його балансу та коефіцієнт водоспоживання посівів гороху. Встановлено, що внесення помірної дози мінеральних добрив, передпосівна обробка насіння мікродобривом Нановітмікро та позакореневе підживлення мікродобривом Нановіт, бором, органіко-мінеральним добривом Органік Д-2М сприяли суттєвому зниженню витрат води порівняно з контролем. Визначено тісний кореляційно-регресійний зв'язок між рівнем урожайності зерна, загальним використанням води та коефіцієнтом водоспоживання.

Ключові слова: горох посівний, сумарне водоспоживання, баланс водоспоживання, коефіцієнт водоспоживання, позакореневе підживлення, мінеральні добрива, мікродобрива.

Hamaiunova V.V., Yermolaiev V.M. Total water consumption of peas depending on pre-sowing seed treatment and optimization of nutrition in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

Purpose. The aim of the research was to determine the influence of pre-sowing seed treatment and plant nutrition optimization on total water consumption and water use efficiency for pea crop cultivation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. **Materials and**

methods. The Madonna pea variety was grown on chernozem soil in the southern part of experimental fields of the Educational and Scientific Practical Center of Mykolaiv National Agrarian University. The research was two-factor: Factor A – seed treatment before sowing: water (control); Nanovitmicro preparation 1 l/t of grain, Factor B – plant nutrition backgrounds: 1. Control; 2. N₁₅P₁₅K₁₅; 3. Nanovit 1 l/ha; 4. N₁₅P₁₅K₁₅ + Nanovit 1 l/ha; 5. Organic D-2M 2l/ha; 6. N₁₅P₁₅K₁₅ + Organic D-2M 2 l/ha; 7. Boron 1 l/ha; 8. N₁₅P₁₅K₁₅ + Boron 1 l/ha. All elements of the technology, selection of plant samples, yield determination, accounting, and statistical processing of the obtained results were carried out in accordance with methodological recommendations and national standards. **Research Results:** The studies showed that the total water consumption of peas varied significantly depending on the moisture conditions during the years of the study. The maximum value, 2672 м³/ha, was recorded in the wettest year of 2021, while the minimum, 1416 м³/ha, was observed in 2022, which was the driest. This significant difference can be explained by the amount of precipitation during the growing season. In 2021, the precipitation amounted to 1714 м³/ha, constituting 64.1% of the water balance, whereas in 2022, this figure was 683 м³/ha or 48.2%. Pea plants in the years 2021–2023 utilized soil moisture and precipitation almost equally – 48.2% and 51.8%, respectively. This water consumption pattern distinctly sets apart the dry year of 2022 from the other two growing years, where the share of precipitation in water consumption balance ranged from 61.9% to 64.9%, and soil moisture from 35.9% to 38.1%. The dry conditions of 2022 had a negative impact on the achieved grain yield of peas, which was significantly lower compared to other more favorable growing years. A correlation-regression relationship was established between grain yield and total water consumption of pea crops, indicating a strong functional connection between these indicators. The water consumption coefficient depended on the conditions of the study years, seed inoculation, and plant nutrition background. The most efficient use of water for forming 1 ton of grain yield with the corresponding biomass was observed in the least favorable in terms of moisture, 2022. Maximum values were determined in 2021, where water consumption, depending on the created nutrition backgrounds, was significantly higher. Mineral fertilizers and pre-sowing seed treatment with Nanovitmicro had a significant impact on the water consumption coefficient. The studied factors contributed to a much more efficient utilization of water by pea crops for forming unit yield. **Conclusions.** Moisture conditions during the growing season significantly affect the total water consumption, its components, and the water consumption coefficient of pea crops. It has been established that the application of moderate doses of mineral fertilizers, pre-sowing seed treatment with Nanovitmicro micronutrient, and foliar feeding with Nanovit micronutrient, boron, and organic-mineral fertilizer Organic D-2M led to a significant reduction in water usage compared to the control. A strong correlation-regression relationship has been determined between grain yield, overall water usage, and the water consumption coefficient.

Key words: pea crops, total water consumption, water consumption balance, water consumption coefficient, foliar feeding, mineral fertilizers, micronutrients.